

PAT-NO: JP363265140A  
DOCUMENT- JP 63265140 A  
IDENTIFIER:  
TITLE: OPTICAL FIBER TYPE HUMIDITY  
SENSOR

PUBN-DATE: November 1, 1988

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TSUTSUI, TERUAKI	
OGAWA, KATSUNORI	
TSUCHIYA, SHINICHI	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI CABLE LTD	N/A
TOKYO ELECTRIC POWER CO INC:THE	N/A

APPL-NO: JP62100842

APPL-DATE: April 23, 1987

INT-CL (IPC): G01N021/17 , G01N021/47

US-CL-CURRENT: 250/226

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a highly stable temperature sensor, by providing a porous surface layer comprising fine particles of SiO<sub>2</sub> on the surface of a quartz core, using said layer as a surface-treated optical fiber core, and using the core itself as a temperature sensor.

CONSTITUTION: In a surface-treated optical fiber core 7, light from a light source 9 is reflected and propagated in a quartz core 11 and reaches a photoreceptor 10. Since moisture 13 is adsorbed in the porous surface, leaking and scattering of the light occur at an interface when the light hits the interface between the quartz core 11 or the SiO<sub>2</sub> particles 12 and the adsorbed moisture 13. Thus optical loss is yielded. The value of the optical loss is proportional to the amount of the adsorbed moisture. As a result, the intensity of the light, which is transmitted through the surface-treated optical fiber core 7, is changed in proportion to the relative temperature of gas in a measuring region.

COPYRIGHT: (C)1988, JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-265140

⑮ Int.Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)11月1日

G 01 N 21/17  
21/47B-7458-2G  
C-7458-2G

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 光ファイバ型湿度センサ

⑰ 特 願 昭62-100842

⑱ 出 願 昭62(1987)4月23日

⑲ 発 明 者 筒 井 輝 明 茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立電線株式会社電線研究所内

⑳ 発 明 者 小 川 勝 徳 東京都千代田区内幸町1丁目1番3号 東京電力株式会社内

\textcircled{21} 発 明 者 土 屋 信 一 東京都千代田区内幸町1丁目1番3号 東京電力株式会社内

\textcircled{22} 出 願 人 日立電線株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

\textcircled{23} 出 願 人 東京電力株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番3号

\textcircled{24} 代 理 人 弁理士 薄田 利幸

## 明 細 書

1. 発明の名称 光ファイバ型湿度センサ

2. 特許請求の範囲

(1) 光ファイバの石英コア表面に、 $SiO_2$ の微粒子からなる多孔性の表面層を設けて表面処理光ファイバコアと成し、前記表面処理光ファイバコアの外周がその相対湿度を測定する被測定気体によって包囲されるよう配置し、前記表面処理光ファイバコアに光を入射したときの光の強度変化から前記被測定気体の相対湿度を求める如く構成したことを特徴とする光ファイバ型湿度センサ。

(2) 前記多孔性の表面層が、前記石英コアの軸方向に沿い適宜間隔を隔てて複数箇所設けられていることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光ファイバ型湿度センサ。

(3) 前記多孔性の表面層は、前記石英コアにシリコン重合体を塗布した後、該シリコン重合体を燃焼させ、次にその表面を洗浄して形成されるものであることを特徴とする特許

請求の範囲第1項乃至第2項記載の光ファイバ型湿度センサ。

(4) 前記表面処理光ファイバコアに光を入射したときに透過光の強度から前記被測定気体の湿度を求める如く構成したことを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第2項記載の光ファイバ型湿度センサ。

(5) 前記表面処理光ファイバコアに光を入射したときの後方散乱光の強度から前記被測定気体の湿度を求める如く構成したことを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第2項記載の光ファイバ型湿度センサ。

(6) 前記表面処理光ファイバコアにパルス光を入射したときの後方散乱光の時間的変化から前記表面処理光ファイバコアの軸方向に沿う前記被測定気体の湿度分布を求める如く構成したことを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第2項記載の光ファイバ型湿度センサ。

3. 発明の詳細な説明

[発明の属する技術分野]

本発明は光ファイバ自体を湿度センサとして用い、気体等の相対湿度が測定可能な光ファイバ型湿度センサに関する。

#### 〔従来の技術〕

従来の湿度測定は、セラミック・プラスチック等の素材の湿度に対する抵抗変化や容量変化を利用し、これらを電気的に検出して湿度を求める方式が大半を占めている。

また、光ファイバを用いる方式としては、第5図に示すように、送光用光ファイバ1の出射端と受光用光ファイバ2の入射端とを光学レンズ4、4'を介して空間3を隔てて対向させて配置し、空間3内の空気の湿度変化によるその赤外吸収強度変化を利用して、光源5からの光を送光用光ファイバ1、空間3および受光用光ファイバ2を伝送させてその強度を受光器6にて検出する方式がある。更に、この方式を改良したものとして、送・受光用光ファイバ間に特定波長の吸収係数が湿度によって変化する感湿樹脂を介装する方式も提案されている（特開昭56-67738号）。

しかし、感湿樹脂の吸湿膨潤によって感湿樹脂と光ファイバとの結合部にマイクロベンドが生じ、これに伴い損失が増加し安定した測定が難しい。また、感湿樹脂が経年劣化し十分な長期性能が得られない。更に光伝送路に感湿樹脂を挿入する方式であり、感湿樹脂を厚くして湿度変化に対する感度を上げようとする、必然的に光の減衰が大きくなり受光量が低下するという問題がある。また、特定の波長の光のみを検出する方式であるため、装置が高価なものとなる。

本発明は以上の従来技術の問題点を解消すべく創案されたものであり、本発明の目的は、高安定、高精度でしかも適用範囲の広い湿度測定を安価に実施できる光ファイバ型湿度センサを提供することを目的とする。

#### 〔問題点を解決するための手段〕

上記の目的を達成するために、本発明は、光ファイバの石英コア表面に、 $\text{SiO}_2$ の微粒子からなる多孔性の表面層を設けて表面処理光ファイバコアと成し、前記表面処理光ファイバコアの外周

#### 〔発明が解決しようとする問題点〕

ところが、上記の湿度に対する抵抗変化等を電気的に検出する方式では、高電圧環境下における湿度検出は適用上、電気雑音など多くの問題がある。更に、この方式では、湿度により抵抗等が変化するセンサが設置された極く限られた領域内の湿度しか検出できず、長区間に亘る湿度分布を測定する場合には数多くのセンサを設置する必要がある。

また、第5図に示す光学方式では、高電圧下でも適用可能であるが、湿度変化などによって送光用光ファイバ1と受光用光ファイバ2との光軸がずれたり、あるいは外気中のほこりの影響を受けたりし易く安定した測定が困難であり、限定された環境下でしか使用できない。更に、光学レンズや光ファイバ1、2を支持する治具等に高精度加工が要求される。

一方、送・受光用光ファイバ間に感湿樹脂を介装する方式では、光学系の固定が容易となると共に湿度以外のほこり等の影響を受けにくくなる。

がその湿度を測定する被測定気体によって包囲されるよう配置し、前記表面処理光ファイバコアに光を入射したときの光の強度変化から前記被測定気体の湿度を求める構成となっている。

#### 〔実施例〕

以下、本発明の一実施例を図を参照しながら詳細に説明する。

第1図は、本発明の光ファイバ型湿度センサの一実施例を示す説明図である。図において7は、石英コア表面に $\text{SiO}_2$ （酸化ケイ素）の微粒子からなる多孔性の表面層を設けて形成した表面処理光ファイバコアであり、空気等の被測定気体で満たされた測定領域8に配置される。9は光源、10は受光器である。

第2図は、表面処理光ファイバコア7の表面状態を示す説明図である。図示するように、石英コア11の表面にはサブミクロン程度の $\text{SiO}_2$ の微粒子12が多数付着されて多孔性の表面層が形成されており、被測定気体中の水分13を吸着させる効果を有する。

ところで、この多孔性の表面層による水分の吸着量は、被測定気体中の水分量と温度とに相関し、結果的には相対湿度に相関したものとなることがわかった。

表面処理光ファイバコア7においては、光源9からの光は石英コア11内を反射伝播して受光器10に達するものであるが、多孔性の表面層には水分13が吸着されているために、石英コア11又は $SiO_2$ 微粒子12と吸着された水分13との界面に光が当たるとこの界面で光の漏洩及び散乱が生じ、これにより光損失が発生する。

この光損失の値は吸着された水分の量に比例するから、結局表面処理光ファイバコア7を透過する光の強度は測定領域中の気体の相対湿度に比例して変化することになり、この透過光を受光器10で検出することにより相対湿度を検出することができる。

尚、 $SiO_2$ の微粒子からなる多孔性の表面層は例えば次のようにして形成される。石英コア11の表面にシリコン樹脂、シリコンゴム等のシ

リコン重合体を塗布後これを燃焼させて酸化し、次にアルコールで表面洗浄する。こうすると石英コア11の表面には、シリコン重合体の酸化物としての $SiO_2$ 微粒子が多孔性状態で残置されて所望の多孔性の表面層が形成されるものである。

また、この多孔性の表面層は、石英コア11の軸方向に沿い適宜間隔を隔てて複数箇所設けることもできる。こうすることにより、多数箇所の相対湿度を1本の表面処理光ファイバコア7で測定可能である。

このように、本発明では表面処理光ファイバコア7自体を湿度センサとして用いているため、高電圧下は勿論のこと広範な環境下において使用できると共に経年劣化や光学系の軸ずれ等による損失もなく安定した高精度の湿度測定ができる。更に測定波長に制限もなく安価に実施できる。

次に第3図には、測定領域8を複数個設けて多点検出を行う場合の実施例を示す。

図において14は光源9を変調してパルス光を発生させるためのパルス発生器、15は受光器

10に後方散乱光を入射させる方向性結合器、16はパルス発生器を制御するためのタイミング発生器、17は湿度検出位置と相対湿度を算出する信号処理回路、18は測定結果を表示するディスプレイ装置である。

パルス発生器14により光源9を変調してパルス光を発生させ、これを前述の表面処理光ファイバコア7に入射させる。表面処理光ファイバコア7の軸方向には、被測定気体が包囲する複数の測定領域8が設けられており、表面処理光ファイバコア7に入射されたパルス光は各測定領域8の被測定気体の湿度変化に対応してその後方散乱光強度に変化を生ずる。すなわち表面処理光ファイバコア7では被測定気体の相対湿度に比例して光の漏洩及び散乱により光損失が発生するわけであるが、この散乱により生ずる後方散乱光強度もまた相対湿度に比例して変化するのである。

各測定領域8で相対湿度に対応した強度を有する後方散乱光は、方向性結合器12を介して受光器10により検出される。一方パルス発生器14

のパルス発生時間はタイミング発生器16により制御されているので、タイミング発生器のタイミング信号より光パルス発生時間を知ることができる。信号処理回路17は、この光パルス発生時間と受光器10の後方散乱光検出時間とから、湿度検出位置を距離の値として特定するとともに、後方散乱光強度の値から相対湿度を求める。そしてディスプレイ装置15で検出位置とその相対湿度を表示する。

第4図は、表面処理光ファイバコアに2箇所の測定領域を設けて同一条件の空気で包囲し、第3図に示す実施例(但し、ディスプレイ装置15は除く)の構成で相対湿度と後方散乱光強度との関係を求めた実験結果を示す線図である。図示するとおり、相対湿度を20%から80%へ変化させると、測定領域において後方散乱光強度に2dB以上の増加が検出され、さらに応答性、再現性にも優れていることが確認された。

[発明の効果]

以上説明したように、本発明は石英コア表面に

SiO<sub>2</sub> の微粒子からなる多孔性の表面層を設けて表面処理光ファイバコアと成し、この表面処理光ファイバコア自体を湿度センサとして相対湿度を測定するものなので、

- (1) 光ファイバ以外の光学的素子を全く必要とせず、また赤外線等の特定波長で測定する必要もない。このため測定系の簡素化が図れ、取扱いも容易であると共にコストを低減できる。
- (2) 経年劣化や、光学レンズ等の介在による損失等の発生要因がなく、長期信頼性が高い。
- (3) 1点のみではなく、表面処理光ファイバコアの長手方向に沿った相対湿度の分布計測が可能である。
- (4) 相対湿度の測定には、従来乾球、湿球の温度差から求める等2センサ差分方式で行う必要があったが、センサは1つで充分である。
- (5) 感湿素子を介することなく、表面処理光ファイバコアに直接気体を接触させて検出するものであり、応答性、再現性に優れている。

17: 信号处理回路、

18 : ディスプレイ装置。

代理人 弁理士 薄 田 利 幸



等、從來にない格別の効果を奏する画期的な発明である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の光ファイバ型温度センサの一実施例を示す説明図、第2図は表面処理光ファイバコアの表面状態を示す説明図、第3図は多点検出を行う場合の他の実施例、第4図は相対湿度と後方散乱光強度との関係を求めた実験結果を示す線図、第5図は従来の光ファイバを用いた湿度センサの説明図である。

7 : 表面処理光ファイバコア、

## 8 : 測定領域、

## 9 : 光源、

10 : 受光器、

11 : 石英コア、

12 : S10<sub>2</sub> 微粒子、

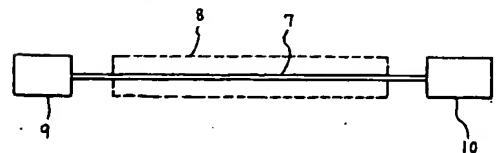
1 3 : 水分、

#### 14: パルス発生器、

15 : 方向性結合器、

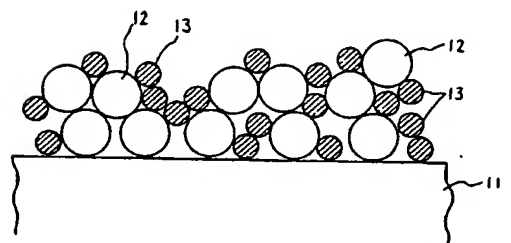
16 : タイミング発生器、

第 1 圖



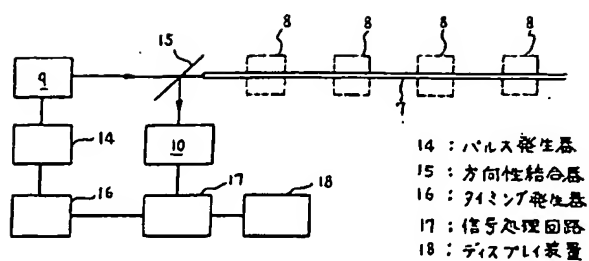
7: 表面処理光ファイバコア  
8: 測定領域  
9: 光源  
10: 受光器

第 2 回

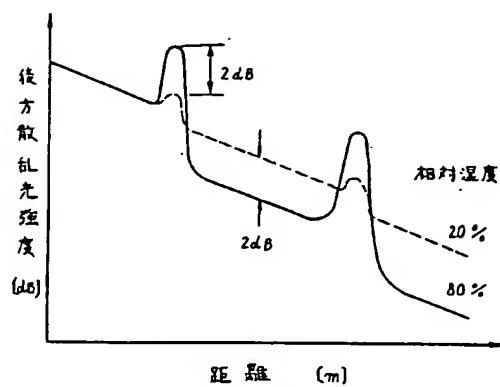


11: 石英コア  
12:  $\text{SiO}_2$  微粒子  
13: 水分

第 3 回



第 4 回



第 5 図

